

高等学校教材

机械设计课程设计手册 及指导书

主编 伍驭美 李 军

高等教育出版社

高等学校教材

机械设计课程设计手册及 指导书

Jixie Sheji Kecheng Sheji Shouce ji Zhidaoshu

主 编 伍驭美 李 军

副主编 韩贤武

参 编 杜雪松 金 鑫 陈 霞

高等教育出版社·北京

内容提要

本书根据高等学校机械设计、机械设计基础课程以及相应课程设计教学内容的基 本需求,并结合多所院校在课程教学及课程设计过程中提出的多种需求,充分吸取多年来的教学经验编写而成。全书共 8 章,包括常用标准、规格及资料,常用材料,螺纹及螺纹连接,轴系零、部件,润滑与密封,极限与配合、几何公差及表面结构,电动机,机械设计课程设计指导书及附录。

本书可作为高等学校机械类、近机类以及非机类各专业机械设计、机械设计基础课程教学及课程设计过程中的配套教学资料,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计手册及指导书 / 伍驭美,李军主编. -- 北京:高等教育出版社,2018.6
ISBN 978 - 7 - 04 - 048262 - 1

I. ①机… II. ①伍… ②李… III. ①机械设计 - 课程设计 - 高等学校 IV. ①TH122 - 41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 181449 号

策划编辑	宋 晓	责任编辑	宋 晓	封面设计	李卫青	版式设计	马敬茹
插图绘制	杜晓丹	责任校对	吕红颖	责任印制	毛斯璐		

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	三河市华骏印务包装有限公司		http://www.hepmall.com
开 本	787mm × 1092mm 1/16		http://www.hepmall.cn
印 张	10.75	版 次	2018 年 6 月第 1 版
字 数	250 千字	印 次	2018 年 6 月第 1 次印刷
购书热线	010 - 58581118	定 价	20.80 元
咨询电话	400 - 810 - 0598		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 48262 - 00

前 言

本书根据高等学校机械设计、机械设计基础课程以及相应课程设计教学内容基本需求,充分吸取多年来的教学经验,并联合众多院校编写而成。本书由机械设计常用标准、资料及课程设计指导等部分组成,具有以下特点:

(1) 在满足一般机械设计课程设计、机械设计基础课程设计及作业习题需要的前提下,对相关标准内容进行了精选。

(2) 在编写过程中尽量采用最新国家标准和技术规范。

(3) 在课程设计指导书部分,用例题及图、表较详细地介绍了课程设计的相关设计计算、结构设计以及常见结构错误分析。

(4) 本书结合教学和各专业学生需求,拟定了多个课程设计题目,便于不同类别的学生选用。

本书由伍驭美、李军担任主编,韩贤武担任副主编。

参加本书编写的有重庆大学伍驭美(第五、七、八章)、陈霞(第四章4.1~4.4节)、金鑫(第四章4.5、4.6节)、杜雪松(第六章6.4节),重庆科技学院韩贤武(第二、三章),重庆工商大学李军(第一章、第六章6.1~6.3节)。

清华大学吴宗泽教授审阅了本书,并提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示深深的感谢!

书中一定还存在不足之处,敬请读者指正。

编 者

2017年3月

目 录

第一章 常用标准、格规及资料	1	3.3 螺纹连接件	35
1.1 常用标准	1	3.3.1 螺栓	35
1.2 常用传动类型的主要特性	1	3.3.2 螺柱	40
1.3 轴系零部件、常用传动及组合 部件的效率	3	3.3.3 螺钉	41
1.4 摩擦因数	4	3.3.4 螺母	43
1.5 图纸及标准	5	3.3.5 垫圈	46
1.6 标准尺寸	6	第四章 轴系零、部件	47
1.7 砂轮越程槽	10	4.1 紧固件	47
1.8 零件的圆角与倒角	11	4.1.1 螺栓紧固轴端挡圈	47
1.9 铸件设计一般尺寸规范	12	4.1.2 螺钉锁紧挡圈	48
第二章 常用材料	15	4.1.3 轴肩挡圈	49
2.1 黑色金属材料	15	4.1.4 轴用弹性挡圈	50
2.1.1 钢的常用热处理方法及应用	15	4.2 键	53
2.1.2 钢的化学处理及应用	16	4.2.1 平键	53
2.1.3 碳素结构钢	16	4.2.2 花键	55
2.1.4 优质碳素结构钢	17	4.2.3 矩形花键位置度、对称度公差	56
2.1.5 合金结构钢	19	4.2.4 矩形花键尺寸公差带	56
2.1.6 灰铸铁	21	4.3 销	57
2.1.7 一般工程用铸造碳钢件	23	4.3.1 圆锥销	57
2.2 有色金属材料	24	4.3.2 圆柱销	57
第三章 螺纹及螺纹连接	26	4.4 联轴器	58
3.1 螺纹	26	4.4.1 LT 型弹性套柱销联轴器	58
3.1.1 普通螺纹	26	4.4.2 LX 型弹性柱销联轴器	60
3.1.2 梯形螺纹	28	4.5 常用滚动轴承	61
3.2 螺纹的结构要素	29	4.5.1 深沟球轴承	61
3.2.1 普通螺纹的收尾、肩距、退刀槽和 倒角	29	4.5.2 调心球轴承	64
3.2.2 紧固件通孔及沉孔尺寸	31	4.5.3 圆柱滚子轴承	66
3.2.3 普通螺纹的余留长度、钻孔余留 深度	32	4.5.4 角接触球轴承	73
3.2.4 扳手空间	33	4.5.5 圆锥滚子轴承	75
		4.5.6 推力球轴承	81
		4.6 滚动轴承的配合	84

II 目 录

第五章 润滑与密封	87	8.1.4 机械设计课程设计中应注意的 问题	128
5.1 润滑剂	87	8.2 传动装置的总体设计	129
5.2 润滑装置	88	8.2.1 确定传动方案	129
5.3 密封件	92	8.2.2 选择电动机	130
第六章 极限与配合、几何公差及表面 结构	95	8.2.3 确定传动装置的总传动比及分配 各级传动比	132
6.1 极限与配合	95	8.2.4 传动装置的运动和动力参数计算 ..	134
6.2 几何公差	104	8.3 传动零件的设计计算	135
6.3 表面结构	109	8.3.1 减速器外传动零件设计	135
6.4 渐开线圆柱齿轮精度	110	8.3.2 减速器内传动零件设计	136
6.4.1 标准简介	110	8.4 装配图设计的准备	137
6.4.2 齿轮精度的等级及其选择	111	8.5 装配图设计	137
6.4.3 齿轮的检验项目及其公差和 极限偏差	112	8.5.1 装配图设计第一阶段	137
6.4.4 齿轮坯的精度和表面粗糙度	120	8.5.2 装配图设计第二阶段	142
6.4.5 齿轮轴间中心距和轴线平行度 ..	121	8.5.3 装配图设计第三阶段	144
6.4.6 齿轮轮齿接触斑点	122	8.5.4 装配图设计第四阶段	149
6.4.7 齿轮副侧隙	123	8.5.5 锥齿轮减速器装配图设计特点 ..	150
6.4.8 精度的图样标注	124	8.5.6 蜗杆减速器装配图设计特点	153
第七章 电动机	125	8.6 零件图设计	155
7.1 Y 系列三相异步电动机型号	125	8.6.1 轴类零件图的设计要点	155
7.2 Y 系列三相异步电动机的外形 及安装尺寸	126	8.6.2 齿轮类零件图的设计要求	156
第八章 机械设计课程设计指导书	127	8.7 编写设计计算说明书	156
8.1 概述	127	8.7.1 设计说明书内容	156
8.1.1 机械设计课程设计的目的	127	8.7.2 要求和注意事项	157
8.1.2 机械设计课程设计的内容及 分量	127	8.7.3 书写格式举例	157
8.1.3 机械设计课程设计的一般步骤 ..	127	附录 机械设计课程设计题目	159
		参考文献	162

第一章 常用标准、格规及资料

1.1 常用标准

表 1-1 国家标准和部分部颁标准的代号

代号	名称	代号	名称
GB	强制性国家标准	SH	石油化工行业标准
GB/T	推荐性国家标准	SY	石油行业标准
GB/Z	国家标准指导性技术文件	HG	化工行业标准
JB	机械行业标准	FZ	纺织行业标准
QC	汽车行业标准	BB	包装行业标准
YB	黑色冶金行业标准		

表 1-2 国外部分标准代号

代号	名称	代号	名称
ISO	国际标准	DIN	德国标准
EN	欧洲标准	NF	法国标准
BS	英国标准	JIS	日本工业标准
ANSI	美国标准	IEC	国际电工标准
UNI	意大利国家标准	SNV	瑞士国家标准

1.2 常用传动类型的主要特性

表 1-3 带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动、螺旋传动的主要特性

特性	传动型式				
	带传动	链传动	齿轮传动	蜗杆传动	螺旋传动
主要优点	挠性好,可缓和冲击,吸振;结构简单、成本低;轴间距离适应范围较大;过载打滑,起保护作用 ^①	平均传动比准确,传动效率高,轴间距离适应范围较大,能在温度较高、湿度较大的环境中使用	传动比较准确,效率高,结构紧凑,工作可靠,寿命长	传动比大,传动比准确,结构紧凑;传动平稳,无噪声;具有自锁性	传动比大;运动精度高;传动平稳,无噪声;可用作微量调节,可做成自锁的

续表

特性	传动型式				
	带传动	链传动	齿轮传动	蜗杆传动	螺旋传动
主要缺点	传动外尺寸较大,带寿命短,效率低;传动比不保证。带传动中的摩擦会产生电火花,不适宜用在高温、易燃、易爆或经常与油、水接触的场所	仅能用于两平行轴间的传动;成本高,易磨损,易伸长,传动平稳性差,运转时会产生附加动载荷、振动、冲击和噪声,不宜用在急速反向的传动中	制造成本较高;精度不高的齿轮传动时的噪声、振动和冲击大,污染环境;无过载保护作用	传动效率低,发热量大,齿面容易磨损,材料采用有色金属,成本高;制造精度要求高	滑动螺旋效率低,不宜用于大功率传动;刚性较差
功率	平带: $P \leq 1500 \text{ kW}$,常用 30 kW 以下 V带: $P \leq 750 \text{ kW}$,常用 $40 \sim 75 \text{ kW}$ 同步带: $P \leq 100 \text{ kW}$	$P \leq 5\,000 \text{ kW}$,常用 100 kW 以下	最大功率在 $100\,000 \text{ kW}$ 以上	$P \leq 750 \text{ kW}$,常用小于 $25 \sim 50 \text{ kW}$	
速度	$v \leq 25 \sim 30 \text{ m/s}$,特殊高品质平带可达 $v = 100 \text{ m/s}$ 平带: $n \leq 6\,000 \text{ r/min}$ V带: $n \leq 1\,200 \text{ r/min}$ 同步带 $v \leq 40 \text{ m/s}$	$v \leq 40 \text{ m/s}$ 常用 $v = 12 \sim 15 \text{ m/s}$ $n = 8\,000 \sim 10\,000 \text{ r/min}$	最高 $v \leq 300 \text{ m/s}$	滑动速度 $v_s \leq 15 \sim 50 \text{ m/s}$	
传动比	平带: $i \leq 5$ V带: $i \leq 7 \sim 15$ 常用 $i = 2 \sim 4$ 同步带: $i \leq 5$	滚子链: $i \leq 6 \sim 10$ 常用 $i = 2 \sim 4$ 齿形链: $i \leq 15$	闭式直齿圆柱齿轮: $i < 3 \sim 5$ 闭式斜齿圆柱齿轮: $i < 3 \sim 6$ 闭式锥齿轮: $i < 2 \sim 3$ 开式圆柱齿轮: $i < 4 \sim 6$ 开式锥齿轮: $i < 4$	开式: $i \leq 100$ 常用 $i = 15 \sim 60$ 闭式: $i \leq 100$ 常用 $i = 10 \sim 40$	

①:同步带属于啮合传动,传动比大而准确,对轴的作用力小。

1.3 轴系零部件、常用传动及组合部件的效率

表 1-4 轴系零部件、常用传动及组合部件的效率

类别	传动形式	效率	类别	传动形式	效率
圆柱齿轮传动	磨合很好的 6 级精度和 7 级精度的齿轮传动(稀润滑油)	0.98~0.995	联轴器	浮动联轴器	0.97~0.99
	8 级精度的一般齿轮传动(稀润滑油)	0.97		齿式联轴器	0.99
	9 级精度的齿轮传动(稀润滑油)	0.96		弹性联轴器	0.99~0.995
	加工齿的开式齿轮传动(干油润滑)	0.94~0.96		万向联轴器($\alpha\leq 3^\circ$)	0.97~0.98
	铸造齿的开式齿轮传动	0.90~0.93		万向联轴器($\alpha>3^\circ$)	0.95~0.97
			蜗杆传动	梅花接轴	0.97~0.98
锥齿轮传动	磨合很好的 6 级精度和 7 级精度的齿轮传动(稀润滑油)	0.97~0.98		自锁蜗杆	0.4~0.45
	8 级精度的一般齿轮传动(稀润滑油)	0.94~0.97		单头蜗杆	0.70~0.75
	加工齿的开式齿轮传动(干油润滑)	0.95		双头蜗杆	0.75~0.82
	铸造齿的开式齿轮传动	0.88~0.92		三头和四头蜗杆	0.82~0.92
				直线型环面蜗杆	0.85~0.95
摩擦传动	平摩擦传动	0.85~0.96	带传动	平带无压紧轮的开口传动	0.98
	槽摩擦传动	0.88~0.90		平带有压紧轮的开口传动	0.97
	卷绳轮	0.95		平带交叉传动	0.90
滑动轴承	润滑不良	0.94		V 带传动	0.95
	润滑正常	0.97		同步带传动	0.96~0.98
	润滑特好(压力润滑)	0.98	链传动	开式	0.90~0.93
	液体摩擦	0.99		闭式	0.95~0.97
滚动轴承	球轴承(稀润滑油)	0.99	复合轮组	滑动轴承($i=2\sim 6$)	0.98~0.90
	圆柱滚子轴承(稀润滑油)	0.98		滚动轴承($i=2\sim 6$)	0.99~0.95
			卷筒		0.96
减速器			(变)速器	单级圆柱齿轮减速器	0.97~0.98
				双级圆柱齿轮减速器	0.95~0.96
				单级行星圆柱齿轮减速器(NGW 类型负号机构)	0.95~0.98
				单级行星摆线针轮减速器	0.90~0.97

续表

类别	传动形式	效率	类别	传动形式	效率
减 (变) 速 器	单级锥齿轮减速器	0.95 ~ 0.96	丝 杠 传 动	滑动丝杠	0.30 ~ 0.60
	双级锥齿轮减速器	0.94 ~ 0.95		滚动丝杠	0.85 ~ 0.90
	无级变速器	0.92 ~ 0.95			
	轧机人字齿轮座(滑动轴承)	0.93 ~ 0.95			
	轧机人字齿轮座(滚动轴承)	0.94 ~ 0.96			
	轧机主减速器(包括主接手和电机接手)	0.93 ~ 0.96			

1.4 摩擦因数

表 1-5 常用材料的摩擦因数

材料 名称	摩擦因数 f				材料 名称	摩擦因数 f			
	静摩擦		滑动摩擦			静摩擦		滑动摩擦	
	无润 滑剂	有润 滑剂	无润 滑剂	有润 滑剂		无润 滑剂	有润 滑剂	无润 滑剂	有润 滑剂
钢－钢	0.15	0.1～0.12	0.15	0.05～0.1	软钢－青铜	0.2		0.18	0.07～0.15
钢－软钢			0.2	0.1～0.2	铸铁－铸铁			0.18	0.15
钢－铸铁	0.3		0.18	0.05～0.15	铸铁－青铜			0.15～0.2	0.07～0.15
钢－青铜	0.15	0.1～0.15	0.15	0.1～0.15	青铜－青铜		0.1	0.2	0.07～0.1
软钢－铸铁	0.2			0.18	0.05～0.15				

表 1-6 物体的摩擦因数

名称		摩擦因数 f	名称		摩擦因数 f
滑 动 轴 承	液体摩擦	0.001 ~ 0.008	滚 动 轴 承	深沟球轴承	0.002 ~ 0.004
	半液体摩擦	0.008 ~ 0.08		调心球轴承	0.0015
	半干摩擦	0.1 ~ 0.5		圆柱滚子轴承	0.002
密封软填料盒中填料与轴的摩擦		0.2		调心滚子轴承	0.004
制动器普通石棉制动带(无润滑) $p = 0.2 \sim 0.6 \text{ MPa}$		0.35 ~ 0.46		角接触球轴承	0.003 ~ 0.005
离合器装有黄铜丝的压制石棉 $p = 0.2 \sim 1.2 \text{ MPa}$		0.40 ~ 0.43		圆锥滚子轴承	0.008 ~ 0.02
				推力球轴承	0.003

1.5 图纸及标准

表 1-7 图纸幅面及图框尺寸 (GB/T 14689—2008)

mm

有装订边	无装订边				
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 $B \times L$	841 $\times$ 1 189	594 $\times$ 841	420 $\times$ 594	297 $\times$ 420	210 $\times$ 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

表 1-8 图纸加长幅面 (第二选择)

mm

幅面代号	A3×3	A3×4	A4×3	A4×4	A4×5
尺寸 B×L	420×891	420×1 189	297×630	297×841	297×1 051

注:加长幅面(第三选择)的尺寸见 GB/T 14689。

表 1-9 标题栏及明细栏 (GB/T 10609.1—2008、GB/T 10609.2—2009)

180											
10 10 16 16 12 16						(材料标记)			(单位名称)		
7						4×6.5(=26) 12 12			(图样名称)		
标记 处数 分区 更改文件号 签名 年、月、日						阶段标记 重量 比例			(图样代号)		
设计 (签名) (年月日) 标准化 (签名) (年月日)						6.5			(投影符号)		
审核						共 张 第 张					
工艺						批准					
12 12 16 12 12 16						50					
标题栏的格式											

续表

180																	
8		40		44		8		38		10		12		(20)			
7																	
14		序号		代号		名称		数量		材料		单件		总计		备注	
												质量					
56		(标题栏)															

装配图中明细栏的格式

续表

R		R′		R		R′	
R10	R20	R′10	R′20	R10	R20	R′10	R′20
4.00	4.00	4.0	4.0	8.00	8.00	8.0	8.0
	4.50		4.5		9.00		9.0
5.00	5.00	5.0	5.0	10.00	10.00	10.0	10.0
	5.60		5.5				
6.30	6.30	6.0	6.0				
	7.10		7.0				

注：R′系列中的黑体字为 R 系列相应各项优先数的化整值。

表 1-12 10.0 mm ~ 100.0 mm 标准尺寸系列 单位为毫米

R			R′		
R10	R20	R40	R′10	R′20	R′40
10.0	10.0		10	10	
	11.2			11	
12.5	12.5	12.5	12	12	12
		13.2			13
		14.0		14	14
		15.0			15
16.0	16.0	16.0	16	16	16
		17.0			17
		18.0		18	18
		19.0			19
20.0	20.0	20.0	20	20	20
		21.2			21
		22.4		22	22
		23.6			24
25.0	25.0	25.0	25	25	25
		26.5			26
		28.0		28	28
		30.0			30

续表

R			R'		
R10	R20	R40	R'10	R'20	R'40
31.5	31.5	31.5	32	32	32
		33.5			34
		35.5			36
		37.5			38
40.0	40.0	40.0	40	40	40
		42.5			42
		45.0			45
		47.5			48
50.0	50.0	50.0	50	50	50
		53.0			53
		56.0			56
		60.0			60
63.0	63.0	63.0	63	63	63
		67.0			67
		74.0			71
		75.0			75
80.0	80.0	80.0	80	80	80
		85.0			85
		90.0			90
		95.0			95
100.0	100.0	100.0	100	100	100

注：R'系列中的黑体字为 R 系列相应各项优先数的化整值。

表 1-13 100.0 mm ~ 1 000.0 mm 标准尺寸系列 单位为毫米

R			R'		
R10	R20	R40	R'10	R'20	R'40
100	100	100	100	100	100
		106			105
		112			110
		118			120

续表

R			R'		
R10	R20	R40	R'10	R'20	R'40
125	125	125	125	125	125
		132			130
		140			140
160	160	150	160	160	150
		160			160
		170			170
		180			180
200	200	190	200	200	190
		200			200
		212			210
		224			220
		236			240
250	250	250	250	250	250
		265			260
		280			280
		300			300
315	315	315	320	320	320
		335			340
		355			360
		375			380
400	400	400	400	400	400
		425			420
		450			450
		475			480
500	500	500	500	500	500
		530			530
		560			560
		600			600
630	630	630	630	630	630
		670			670
		710			710
		750			750

续表

R			R'		
R10	R20	R40	R'10	R'20	R'40
800	800	800	800	800	800
		850			850
		900			900
		950			950
1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	

注：R'系列中的黑体字为 R 系列相应各项优先数的化整值。

1.7 砂轮越程槽

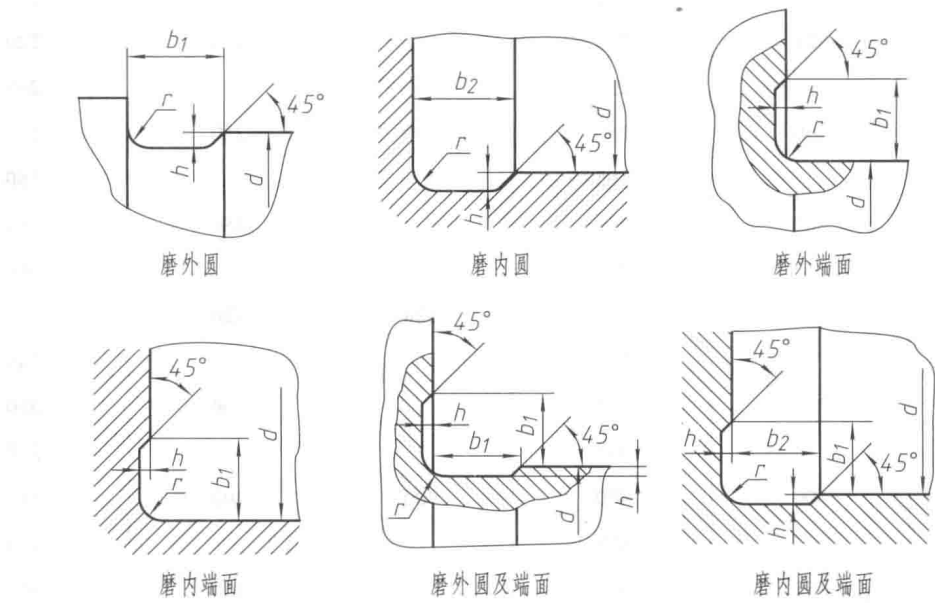


图 1-1 回转面及端面越程槽

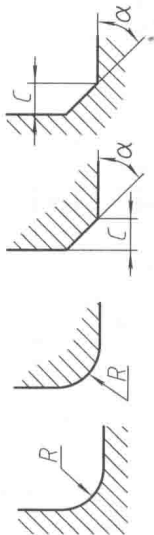
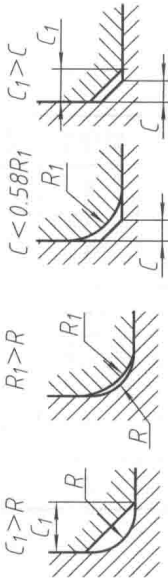
表 1-14 回转面及端面砂轮越程槽的尺寸 (GB/T 6403.5—2008) 单位为毫米

b_1	0.6	1.0	1.6	2.0	3.0	4.0	5.0	8.0	10
b_2	2.0	3.0		4.0		5.0		8.0	10
h	0.1	0.2		0.3	0.4		0.6	0.8	1.2
r	0.2	0.5		0.8	1.0		1.6	2.0	3.0
$d \cdot D$	~ 10			10 ~ 50		50 ~ 100		100	

注：1. 越程槽内二直线相交处不允许产生尖角。
2. 越程槽深度 h 与圆弧半径要满足 $r \leq 3h$ 。

表 1-15 零件的圆角与倒角 (GB/T 6403.4—2008)

单位为毫米

倒圆、倒角形式														倒圆、倒角(45°)的四种装配形式																															
																																													
倒圆、圆角尺寸																																													
R 或 C		0.1		0.2		0.3		0.4		0.5		0.6		0.8		1.0		1.2		1.6		2.0		2.5		3.0																			
		4.0		5.0		6.0		8.0		10		12		16		20		25		32		40		50		—																			
与直径 φ 相应的倒角 C、倒圆 R 的推荐值																																													
φ		~3		>3~6		>6		>10		>18		>30		>50		>80		>120		>180		>250		>320		>400		>500		>630		>800													
				~10						~30		~50		~80		~120		~180		~250		~320		~400		~500		~630		~800		~1 000													
R 或 C		0.2		0.4		0.6		0.8		1.0		1.6		2.0		2.5		3.0		4.0		5.0		6.0		8.0		10		12		16													
内角倒角、外角倒圆时 C 的最大值 C _{max} 与 R _i 的关系																																													
R _i		0.1		0.2		0.3		0.4		0.5		0.6		0.8		1.0		1.2		1.6		2.0		2.5		3.0		4.0		5.0		6.0		8.0		10		12		16		20		25	
C _{max} (C<0.58R _i)		—		0.1		0.2		0.3		0.4		0.5		0.6		0.8		1.0		1.2		1.6		2.0		2.5		3.0		4.0		5.0		6.0		8.0		10		12					

注:α 一般采用 45°,也可以采用 30°或 60°。倒圆半径、倒角的尺寸标注符合 GB/T 4458.4 的要求。